УДК 658.13 https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-1-67-75

Улучшение экологической обстановки мегаполиса при использовании умного контейнера — трансформеромера SmartBoxCity

А. А. Короткий[1], Г. А. Гальченко[1], Д. С. Дроздов[2]
[1]Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)
[2]Южный Федеральный Университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Предложен один из вариантов улучшения экологической обстановки в г. Ростове-на-Дону — оптимизация пути доставки груза заказчику с использованием умного контейнера — трансформера «SmartBoxCity» и программы «Диспетчер РД».
Постановка задачи. Необходимо улучшить экологическую обстановку города за счет уменьшения количества заторов и времени, которое в них проводится. Стояла задача разработки и внедрения технического и информационного обеспечения, от которого зависит возможность получения водителем актуальной информации и уменьшения срока доставки продукции потребителям.
*Теоретическая часть***.** Оптимизацию движения внутри города необходимо решать с использованием имеющейся схемы движения. За счет оптимизации можно значительно уменьшить количество заторов и время, которое в них проводиться и, соответственно, улучшить экологическую обстановку в городе. Получение водителем актуальной на данный момент информации полностью зависит от информационного обеспечения. Предлагается использовать умный складной грузовой контейнер-трансформер (СГК) «SmartBoxCity», включающий элементы интеллектуальной городской мобильности. Для оптимизации пути доставки при отсутствии Интернета может быть использован программный продукт «Диспетчер РД».
Выводы. Эффективное управление, контроль и комплексное планирование движения осуществляется с использованием мобильного и серверного приложений. Для повышения профессиональной компетентности студентов соответствующих специальностей предлагается использовать действующий макет «SmartBoxCity», разработанное мобильное приложение и компьютерную программу оптимизации пути доставки груза.

Ключевые слова: экология, умный контейнер, мобильное приложение, оптимизация пути доставки груза, компьютерная программа.

Для цитирования: Короткий А. А. Улучшение экологической обстановки мегаполиса при использовании умного контейнера — трансформеромера SmartBoxCity / А. А. Короткий, Г. А. Гальченко, Д. С. Дроздов // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — № 1. — С. 67‒75. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-1-67-75

Improvement of megacity ecological conditions with the use of a clever SmartBoxCity container-tranformer

A. A. Korotkiy[1], G. A. Galchenko[1], D. S. Drozdov[2]
[1]Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)
[2]Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. The paper proposes an option for improving the environmental situation in Rostov-on-Don. That is the optimization of the way of cargo delivery to the customer using the clever SmartBoxCity container-tranformer and the Dispatcher RD program.
Problem Statement. It is necessary to improve the ecological situation of the city by reducing the number of traffic jams and the time spent in them. The task was to develop and implement technical and information support, on which the driver's ability to get up-to-date information and reduce the delivery time of products to consumers depends.
Theoretical Part. The optimization of traffic within the city must be solved using the existing traffic scheme. Due to the optimization, you can significantly reduce the number of traffic jams and the time spent in them, and, accordingly, improve the environmental situation in the city. The way how the driver gets up-to-date information depends entirely on the information support. It is proposed to use a smart folding cargo container-transformer SmartBoxCity, which includes elements of intelligent urban mobility. To optimize the delivery path in the absence of the Internet, the Dispatcher RD software product can be used.
Conclusion. The effective management, monitoring and integrated planning of the movement is carried out with the use of mobile and server applications. To improve the professional competence of students of the relevant specialties, it is

proposed to use the current SmartBoxCity layout, a developed mobile application and a computer program for optimizing the delivery path.

Keywords: ecology, smart container, mobile application, optimization of the cargo delivery route, computer program.

For citation: Korotkiy A. A., Galchenko G. A., Drozdov D. S. Improvement of megacity ecological conditions with the use of a clever SmartBoxCity container-tranformer: Safety of Technogenic and Natural Systems. 2021;1:67-75. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-1-67-75

Введение. В настоящее время каналы транспортировки различных товаров являются главными артериями экономики. В большинстве стран 70–80% народнохозяйственных грузов перевозится автомобильным транспортом, что обусловлено высокой скоростью и маневренностью. Загрязнение окружающей среды обусловлено многими факторами, но наибольший вред приносят выхлопные газы автомобилей. Ежегодно с отработанными газами в атмосферу поступают сотни миллионов тонн вредных веществ: диоксид серы, углеводороды, оксиды азота и многие другие загрязнители. В списке факторов, влияющих на экологию окружающего пространства и стоимость грузоперевозок, первыми стоят топливо и неоптимальный подход к доставке грузов.

Постановка задачи. Необходимо разработать техническое и информационное обеспечение транспортной системы грузовых перевозок, которое позволит эффективно управлять, контролировать и планировать движение транспортно-материального потока. В данной статье для реализации оптимизации доставки грузов предлагается использовать умный складной грузовой (СГК) контейнер-трансформер «SmartBoxCity», включающий элементы интеллектуальной городской мобильности и технологии беспроводной связи «Интернета вещей», а также программный продукт «Диспетчер РД».

Теоретическая часть. Как показывают многочисленные экологические исследования, проводимые в последние годы, наблюдается резкое увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит автомобильный транспорт, что определяет несомненную актуальность представленной разработки [1].

В таблице 1 представлены основные виды топлива и загрязнений от автомобильного транспорта. В таблице 2 приведен состав выхлопных газов бензина и дизельного топлива

Таблица 1

Виды загрязнений от использования автомобильного транспорта

Вид топлива	Виды загрязнений	Использование
Бензин	Углеводороды, оксид углерода, оксиды азота	Автомобили, автобусы, самолеты, мотоциклы
Бензин (с добавлением масла)	Углеводороды, оксид углерода, оксид азота, твердые вещества	Мотоциклы, вспомогательные моторы
Лигроин	Оксиды азота, твердые вещества	Автобусы, тракторы, машины, поезда

Таблица 2

Состав выхлопных газов

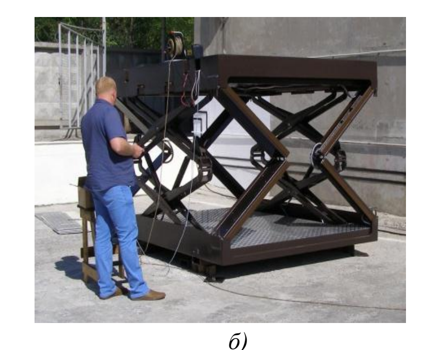
Состав выхлопных газов	Бензин	Дизель	Токсичность
	Содержание по объему, %		
Азот	74,0–77,0	76,0–78,0	нетоксичен
Кислород	0,3–8,0	2,0–18,0	нетоксичен
Пары воды	3,0–5,5	0,5–4,0	нетоксичны
Диоксид углерода	5,0–12,0	1,0–10,0	нетоксичен
Оксид углерода	0,1–10,0	0,01–5,0	токсичен
Углеводороды не канцерогенные	0,2–3,0	0,009–0,5	токсичны

Состав выхлопных газов	Бензин	Дизель	Токсичность
Альдегиды	0–0,2	0,001–0,009	токсичны
Оксид серы	0–0,002	0–0,03	токсичен
Сажа, г/м^3	0–0,04	0,01–1,1	токсична
Бензопирен, мг/м^3	0,01–0,02	до 0,01	канцероген

Для улучшения экологической обстановки в Ростове-на-Дону власти области планируют сформировать вокруг города транспортное кольцо, которое позволит вывести транзитный транспорт за пределы города. Но внутри города решать проблему приходится с использованием мер оптимизации уже имеющейся схемы движения. Для очистки воздуха от выхлопных газов, улучшения экологии необходимо уменьшить время простоя и выброса выхлопных газов на заторах. От информационного обеспечения во многом зависит срок доставки продукции и возможность получения водителем актуальной на данный момент информации. На рис. 1 показаны различные состояния умного складного грузового контейнера-трансформера «SmartBoxCity».



а)



б)



в)

Рис. 1. Складной грузовой контейнер: а — СГК в собранном состоянии;
б — подготовка к погрузке; в — СГК готов к погрузке

Аппаратная часть выполняет функции по перевозке штучных, сыпучих и наливных грузов; автоматически трансформируется (складывание/раскладывание); измеряется вес контейнера и перемещаемого груза; отслеживается местоположение в пространстве и времени. Механизм двери выдерживает не менее 30 циклов. Собственная масса контейнера не превышает установленную норму. Работоспособность складирования/раскрытия сохраняется в течение 50 циклов [2, 3]. Для программно-аппаратной части разработан проект электрооборудования контейнера, включающий два электрических шкафа управления с оборудованием управления.

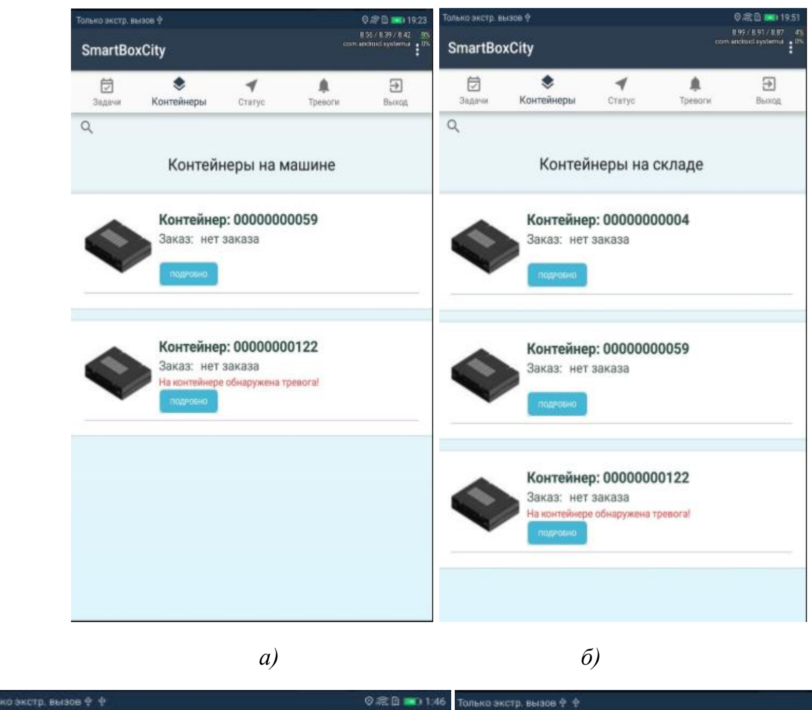
Разработано мобильное Web-приложение для пользователей, которое интегрируется с иными корпоративными системами [4, 5]. Функции Web-приложения:

– идентификация заказчика и груза;

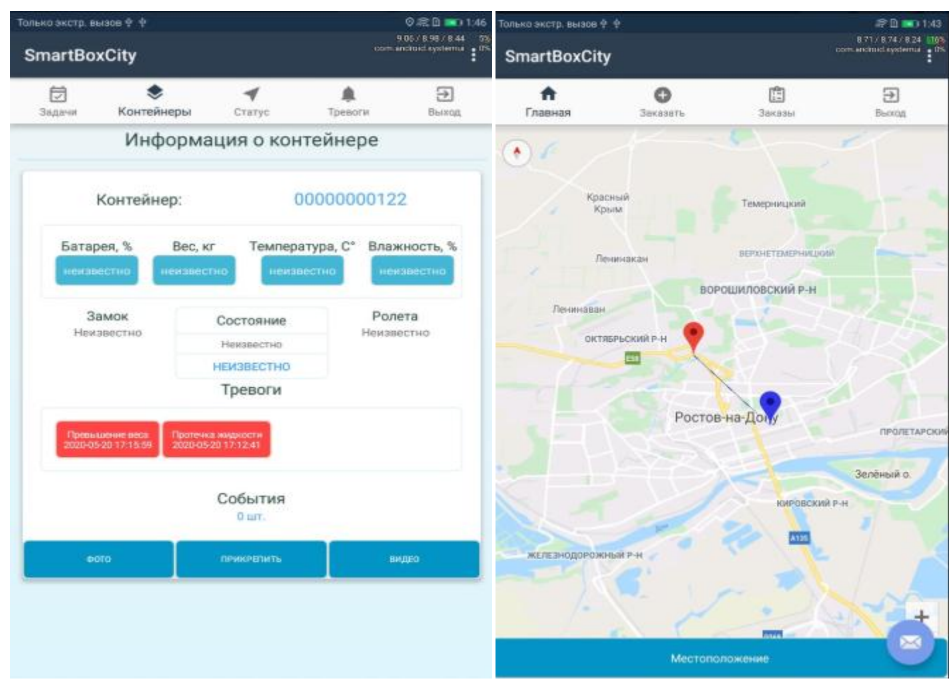
– мониторинг местоположения контейнера.

Груз идентифицируется по типу (штучный, сыпучий, наливной) и массово-объемным характеристикам. Дистанционно осуществляется удаленное администрирование. Вес и объем груза, температура и влажность внутри контейнера, открытие/закрытие, сообщающее о разгерметизации, измеряются с помощью встроенных датчиков. Серверная часть представляет собой коммутационный сервер сбора, обработки, хранения и ретрансляции данных. Коммутационный сервер обеспечивает бесперебойную работу системы в целом. Водители могут осуществлять мониторинг и диспетчирование оборудования с помощью мобильного приложения и Web-интерфейса [6–8].

Мобильное приложение и Web-интерфейс. В состав программного обеспечения входят и мобильные приложения, написанные на языке программирования Pyton. Данные приложения постоянно взаимодействуют с центральным Web-сервером для передачи и получения данных. Водителю предоставляется различная информация, в том числе два списка контейнеров: контейнеры на машине (рис. 2 а) и контейнеры на складе (рис. 2 б). По каждому из контейнеров можно просмотреть более подробную информацию (заряд батареи, температуру и т.д.) (рис. 2 в, 2 г).



а) *б)*



в) *г)*

Рис. 2. Меню мобильного приложения: а — контейнер на машине; б — контейнер на складе; в — информация о контейнере; г — местоположение контейнера

Программная часть управления контейнером состоит из серверной и клиентской частей. Серверная часть решения представляет собой Web-сайт — сервер сбора, обработки, ретрансляции данных и передачи их в базу данных. Web-сервис представляет собой среду взаимодействия заказчика, водителя-экспедитора и аппаратной части «SmartBoxCity». Вход в Web-сервис осуществляется с помощью браузера и мобильного приложения, в котором пользователи, в зависимости от своих прав, получают доступ к соответствующему функционалу настройки и управления системой «SmartBoxCity».

Если на маршруте имеются несколько автомобилей с пустыми контейнерами, движущиеся рядом друг с другом, то в определенном месте на стоянках может производиться их перегрузка с автомобиля на автомобиль. При этом осуществляется логистическая оптимизация по высвобождению одного из автомобилей от пустых контейнеров. Совместная работа автомобилей при перегрузке сложенных контейнеров в кузов одного из автомобилей является элементом так называемого «караванного движения» при оптимизации грузовых перевозок.

Спроектированы различные таблицы для хранения информации о событиях, произошедших на контейнере. В таблицах 3 и 4 и на рис. 3–5 приведена структура *EVENT- и ALARM*-таблиц и структура сообщений о тревогах на контейнере.

Таблица 3

Структура *EVENT*-таблицы

EVENT-таблица	
id	идентификационный номер события
type	тип события
message	сообщение о событии
created_at	дата и время события
ontainer_id	ссылка на идентификатор СГК

Структура таблиц для хранения информации о событиях контейнера представлена на рис. 3.

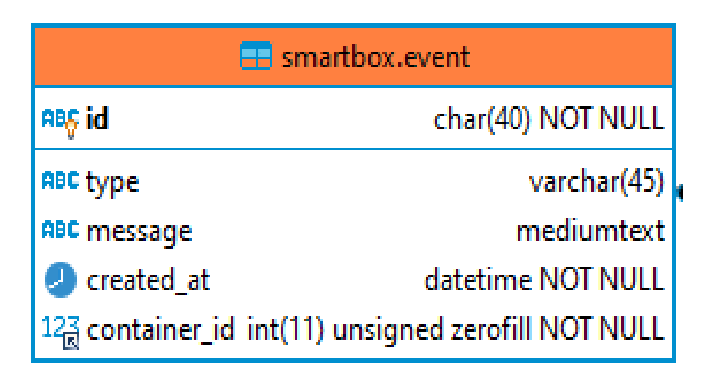


Рис. 3. Структура таблиц для хранения информации о событиях контейнера

Таблица 4

Структура *ALARM*- таблицы

ALARM-таблица	
id	идентификационный номер тревоги
message	сообщение тревоги
alarm_type_id	номер типа тревоги
name	имя тревоги
persistent	автоматическое исправление
alarm_status	статусы тревог
acknowledged	подтверждение об информировании

На рис. 4 и 5 представлена информация о тревогах на контейнере.

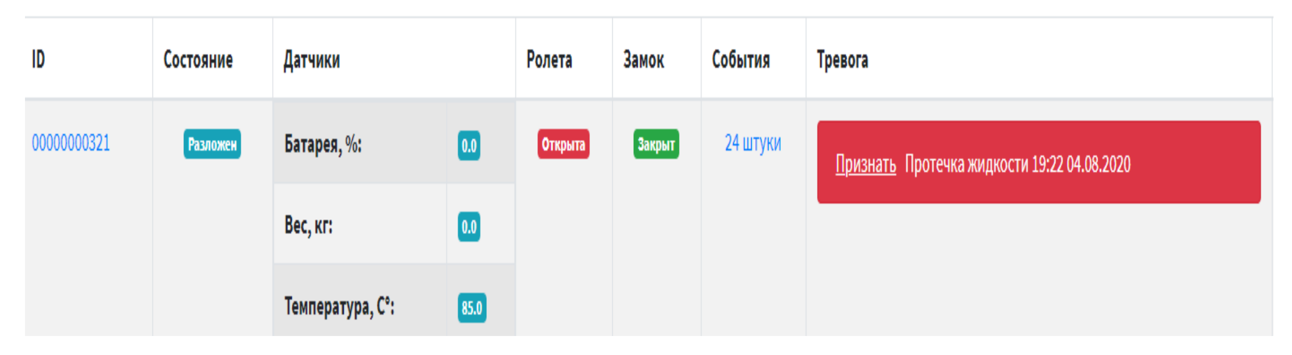


Рис. 4. Информация о тревогах на контейнере

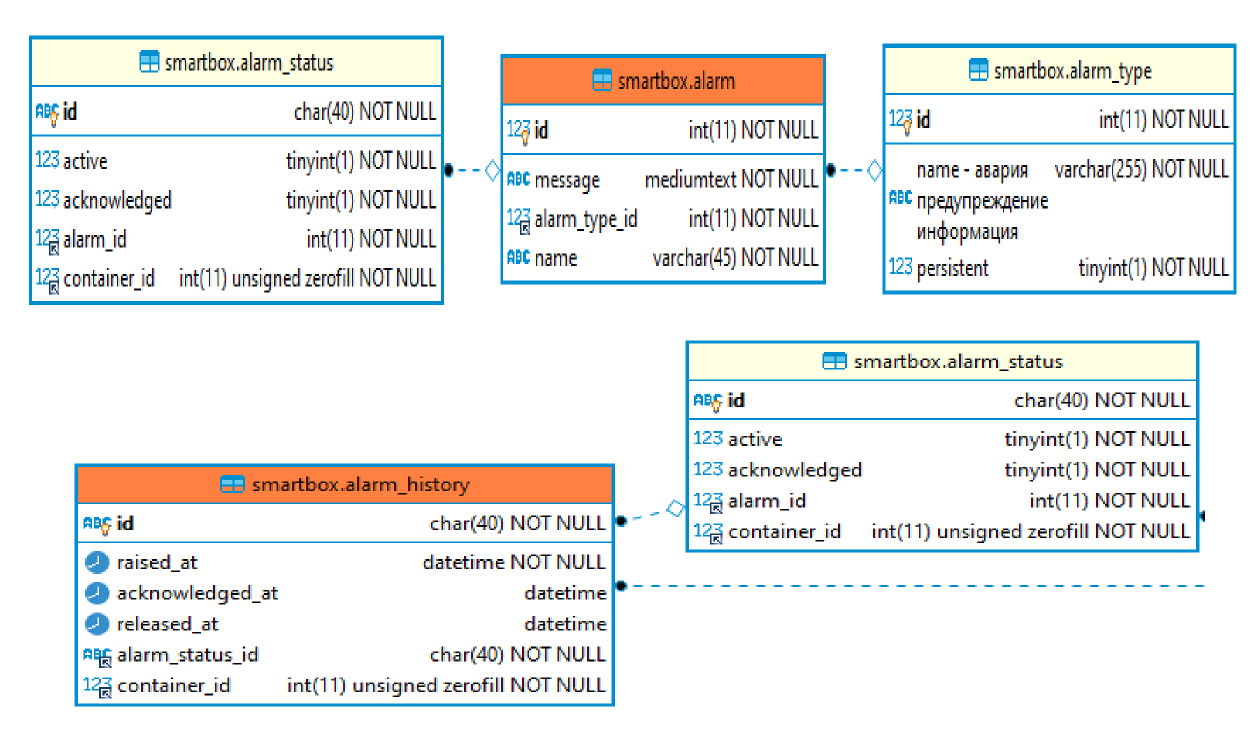


Рис. 5. Структура таблиц для хранения информации о тревогах на контейнере

Разработанное программное приложение коммутируется с Яндекс, маршрутизатором. Для оптимизации пути доставки при отсутствии Интернета может быть использован программный продукт «Диспетчер РД».

Основой для создания программного продукта «Диспетчер РД» послужили многочисленные натурные наблюдения и математические расчеты транспортных характеристик на основе метода электродинамического моделирования [9–11]. В статье [11] приведена работа программы на примере доставки СГК от производителя в г. Новочеркасске на станцию «Ростов-Товарный». Данная программа позволит системе работать при отсутствии Интернета и может быть использована для учебных целей

На рис. 6 приведен вид начального меню программы «Диспетчер РД»: выбор города, пункта отправления и промежуточных пунктов. Необходимо выбрать тип карты, район отправления груза; определить промежуточные пункты и пункт доставки. На примере доставки СГК из пункта изготовления на станцию «Ростов-Товарный» показано начальное меню программы (рис. 6). Представлена карта города Новочеркасска. В окне меню необходимо указать пункт отправления и промежуточные пункты доставки СГК, если такие имеются. На рис. 7 приведен пример расчета оптимального пути при доставке СГК из места изготовления (г. Новочеркасск) на станцию «Ростов-Товарный» с указанием промежуточных пунктов и построенного маршрута.

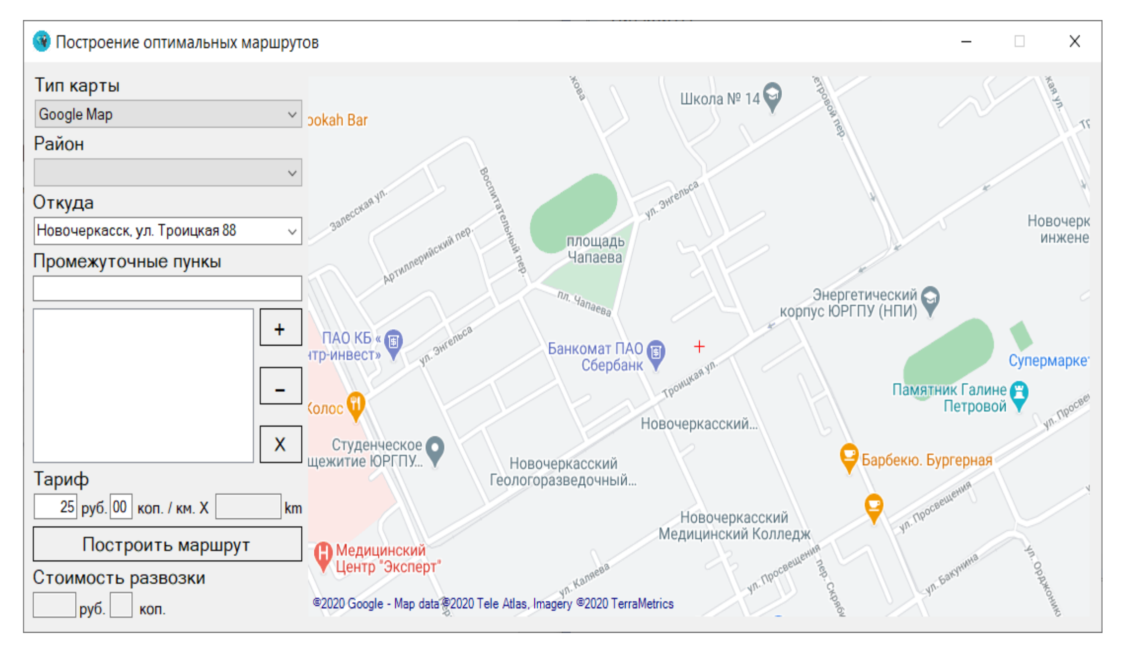


Рис. 6. Вид начального меню программы

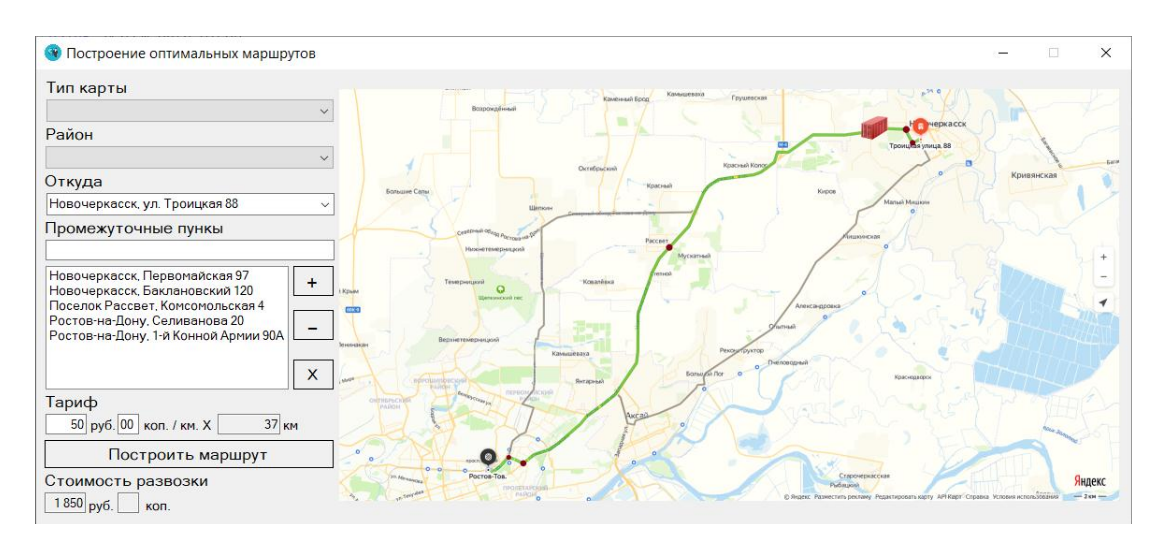


Рис. 7. Построенный маршрут

Выводы. Конкуренция между транспортными компаниями достаточно большая. Экономия топлива и времени в пути дает дополнительные возможности для улучшения работы транспортной компании. СГК, программное обеспечение и мобильное приложение для управления СГК доступны для приобретения транспортными компаниями. Управляемый макетный образец «SmartBoxCity», мобильное приложение, программный комплекс для моделирования оптимального маршрута могут быть использованы профильными средними и высшими учебными заведениями в образовательных целях. Подтверждена достоверность полученных результатов путем проведения натурных испытаний на специальном стенде и транспорте с использованием макетного, а затем и опытного образцов контейнера-трансформера «SmartBoxCity». Изготовлен выставочный экземпляр — действующая модель транспортного средства в виде автомобиля с манипулятором и двух контейнеров-трансформеров «SmartBoxCity», которые будут демонстрироваться на выставках для привлечения потенциальных потребителей. Интерес к изделию проявила агропромышленная группа компаний «Юг Руси» г. Ростов-на-Дону (мировой лидер по производству и реализации бутилированного растительного масла, семечек подсолнуха, зерна и муки) по использованию «SmartBoxCity» при логистических перевозках для собственных нужд.

Библиографический список

1. Эволюция химического состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в городе-миллионнике / С. Г. Курень, С. И. Попов, Н. С. Донцов, Е. Г. Зубарева // Инженерный вестник Дона : [сайт]. — 2018. — № 2.

— URL : http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_30_Kuren _Zubareva. pdf_d2e48fd41d.pdf (дата обращения : 15.11.2020).

2. Технические измерения на транспорте: учебное пособие / Э. В. Марченко [и др.]. — Ростов на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2017. — 81 с.

3. Технические средства диагностирования транспортных машин: учебное пособие / С. И. Попов. — Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2016. — 199 с.

4. Программный комплекс построения оптимального маршрута при караванном движении транспортных средств / А. А. Короткий [и др.] // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2019) : сб. трудов VII межд. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ДГТУ. — Ростов-на-Дону, 2019. — С. 68–71.

5. Korotky, A. A., Popov S. I., Galchenko G. A., Marchenko Ju. V., Drozdov D. S. The use of SmartBox container for agrobusiness logistic processes optimization // XIII International Scientific and Practical Conference «State and Prospects for the Development of Agribusiness — INTERAGROMASH 2020»: E3S Web of Conferences, Vol. 175, pp. 13019, 2020. Rostov-on-Don, Russia, 26–28, 2020.

6. Зырянов, В. В. Руководство по моделированию дорожного движения: учебное пособие / В. В. Зырянов. — Ростов-на-Дону, 2015. — 61 с.

7. Кущенко, С. В. Повышение эффективности организации движения на основе моделирования транспортных потоков : дис. ... канд. техн. наук. / С. В. Кущенко. — Орел, 2012. — 134 с.

8. Фиалкин, В. В. Моделирование транспортного спроса в г. Ростове-на-Дону для изучения нагрузки на улично-дорожную сеть / В. В. Фиалкин, Е. И. Колесников // Молодой исследователь Дона. — 2020. — № 5. — С. 64–70.

9. Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и Телемеханика. — 2003. — № 11. — С. 3–46.

10. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография // М. Р. Якимов. — Москва : Логос, 2013. — 188 с.

11. Гальченко, Г. А. Дигитализация и моделирование оптимального пути доставки грузов к станции Ростов-Товарная / Г. А. Гальченко, О. А. Останин, В. В. Иванов // Экономика и управление инновациями. — 2018. — № 4. — С. 61–70.

Сдана в редакцию 01.12.2020
Запланирована в номер 11.01.2021

Об авторах:

Короткий Анатолий Аркадьевич, заведующий кафедрой «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор технических наук, профессор, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9446-4911, korot@novoch.ru

Гальченко Галина Алексеевна, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5966-0423, ggalchenko@inbox.ru

Дроздов Дмитрий Сергеевич, студент кафедры «Информатики и компьютерного эксперимента» Южного федерального университета (344006, РФ, г. Ростов-на-Дону, Большая Садовая, 105), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0381-1012, ds-drozdov@yandex.ru

Заявленный вклад соавторов:

А. А. Короткий — формирование основной концепции, цели и задачи исследования; Г. А. Гальченко — научное руководство, анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов; Д. С. Дроздов — разработка программного комплекса, оформление меню, проведение расчетов.

Submitted 01.12.2020
Scheduled in the issue 11.01.2021

Authors:

Korotkiy, Anatoliy A., Head, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Dr. Sci., Professor, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9446-4911, korot@novoch.ru

Galchenko, Galina A., Associate professor, Department of Operation of Vehicles and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand.Sci., Senior Researcher, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5966-0423, ggalchenko@inbox.ru

Drozdov, Dmitriy S., Student, Department of Computer Science and Computational Experiment, Southern Federal University (105, Bolshaya Sodovaya st., Rostov-on-Don, RF, 344006), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0381-1012, ds-drozdov@yandex.ru

Contribution of the authors:

A. A. Korotkiy — formulation of the main concept, goals and objectives of the study; G. A. Galchenko — scientific supervision, analysis of the research results, revision of the text, correction of conclusions; D. S. Drozdov — development of a software package, menu design, calculations.